

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-241451
(P2001-241451A)

(43) 公開日 平成13年9月7日 (2001.9.7)

(51) Int.Cl.⁷

F 16 C 33/66
F 16 N 7/30

識別記号

F I

F 16 C 33/66
F 16 N 7/30

テーマート(参考)

Z 3 J 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-49724(P2000-49724)

(22) 出願日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 銚本 大綱

神奈川県藤沢市鵠沼神明1丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72) 発明者 大六野 智

神奈川県藤沢市鵠沼神明1丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74) 代理人 100105647

弁理士 小栗 昌平 (外6名)

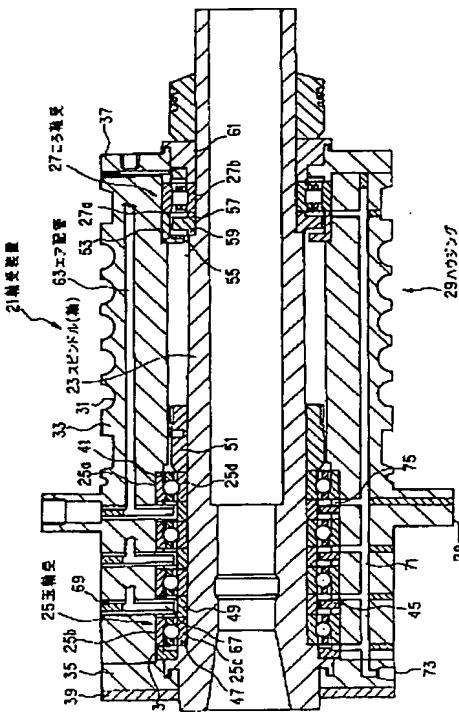
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 微小量の潤滑油を連続して供給することができになり、軸受トルクを安定させることのできる軸受装置を提供し、加工精度への悪影響を低減させ、且つ高速スピンドルの高速限界を上げる。

【解決手段】 軸23をハウジング29に支承する軸受25、27に、ハウジング29に内装したエア配管63を介して潤滑油とエアとを供給可能にした軸受装置において、多孔質材料の一部分をエア配管63の内部に露出させ、この多孔質材料に連通する潤滑油供給部から潤滑油を供給することで、多孔質材料を透過した微小量の潤滑をエア配管63内に連続的に供給させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 軸をハウジングに支承する軸受に、前記ハウジングに内装したエア配管を介して潤滑油とエアとを供給可能にした軸受装置において、

多孔質材料の一部分を前記エア配管の内部に露出させ、該多孔質材料に連通する潤滑油供給部から潤滑油を供給することで該多孔質材料を透過した微小量の前記潤滑油をエア配管内に連続的に供給させることを特徴とする軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、工作機械や各種高回転装置等に組み込まれる軸受装置に関し、特に、高速スピンドルの高速限界を上げるための軸受への潤滑油供給機構、及び玉軸受、円筒ころ軸受の軸固定構造の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より工作機械では、高速スピンドルの高速限界を上げるためや、加工精度を向上させるために、軸受への潤滑油の供給機構や、軸受を軸へ取り付けるための固定構造に、種々の工夫がなされている。例えば、マシニングセンタ用の高速スピンドル装置においては、軸心の貫通孔に工具把持手段が内装された主軸を、この主軸の軸線方向に間隔を置いて配設した複数個の軸受によってハウジングに支承し、これらの軸受に対して潤滑油とエアとをノズルから送り出して、軸受の側方から軸受内部に強制的に供給するオイルエア潤滑方式が採用されている。

【0003】 このオイルエア潤滑方式は、軸受の側方に開口するノズルがハウジングに内装され、そのノズルから連続的に供給されるエアで軸受が冷却される。一方、潤滑油は、一定量ずつが間欠的に流され、エアの流れと共に軸受へ供される。このようにして、オイルエアが軸受に供給されることで、軸受に支承されるスピンドルの高速化が図られている。

【0004】 また、工作機械の主軸における軸受の固定においては、一般的に、図8に示すナットの螺着による軸受固定構造、或いは図9に示す締め代を持ったスリーブを使用する軸受固定構造が採用されている。

【0005】 図8に示すナットを用いた固定構造の作業手順は以下のように行われる。即ち、

- ・軸1に軸受3及び間座5a、5bを挿入する。
- ・ナット締め付け時の共回りを防止するために軸1を固定する。
- ・ナット7を挿入する。
- ・ナット7の外径面に専用工具を当て、ハンマーなどを利用して締め込む。
- ・ナット7の緩み止めねじ9を締め付ける。如きである。

【0006】 一方、図9の締め代を持ったスリーブを使

用する固定構造の作業手順は以下のように行われる。即ち、

- ・軸1に軸受3及び間座5a、5bを挿入する。
- ・軸1を軸線方向に固定する。
- ・軸1の外径寸法に対し、必要締め代となる内径寸法を持つスリーブ11を、軸1の外径Dを外径dに小さくした軸端部1aに挿入する。
- ・油圧供給孔13よりスリーブ11の内径面の溝に油圧を作用させ、スリーブ11を半径方向外方へ膨張させる。
- ・スリーブ11を、必要押し付け力で軸受方向に押圧し、内輪3aに接触させる。
- ・油圧を取り除くことにより、軸1の所定位置に嵌着したスリーブ11によって、軸受3を固定する。如きである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の潤滑油の供給機構において、軸受に向かってエアと潤滑油を供給するノズルは、通常、各軸受毎に1個又は複数個設けられている。そして、潤滑油の供給装置には、オイルエアユニット(市販品)が使用される。オイルエアユニットを用いた場合、一定時間(通常、8~16分程度)毎に、一定量(通常、0.01~0.03cc程度)の潤滑油がエア配管内に供給される。この一定量は、バルブの絞り機構によりこれ以上に小さくすることが困難とされている。また、これ以上に絞ると、詰まりが生じ易くなる。従って、軸受内部に供給される潤滑油の量は、時間毎に変化するため、軸受内の潤滑状態は常に変化することになる。特に、潤滑油が供給された直後は、軸受内部に潤滑油が多く入るため、軸受トルクや軸受け温度が変動するという現象が生じる。このような現象が生じると、加工精度に悪影響を与えることが懸念され、また、高速スピンドルの高速限界を上げる障害となつた。

【0008】 一方、上述した軸受固定構造において、ナットを使用する構造は、一般的に、ねじ溝が旋削や転造で加工されたままなので、軸とナットの間にバックラッシュが存在し、ナットと、軸の雄ねじとの嵌合が甘く、ナットに、軸に対する倒れが生じる。このため、ナットを締め込んだ際、軸が倒れやすくなり、軸の振れ精度に影響を与える問題があった。また、締め付け作業は、作業者が軸の回転振れを確認しながら、勘に頼って行うため、回転振れ精度を許容範囲の中に入れるためには、かなりの作業時間と経験が必要となつた。このような問題の対策として、軸及びナットのねじ溝を高精度に研削加工する方法もあるが、この精密加工にはコストがかかる等の問題があり、また、このような加工を施しても、若干のバックラッシュは存在するために、軸が倒れることは避けられない。これに対し、締め代を持つスリーブを使用する構造は、押し付け力の管理は容易に行えるが、油圧装置などの大がかりな付帯設備が必要になり、作業

工数が多くなる等の問題があった。

【0009】本発明は上記状況に鑑みてなされたもので、その第一の目的は、微小量の潤滑油を連続して供給することが可能になり、軸受トルクを安定させることのできる軸受装置を提供し、もって、加工精度への悪影響を低減させ、且つ高速スピンドルの高速限界を上げることにある。また、その第二の目的は、簡単な構造により、軸受内輪に均一な応力（締め付け力）を与える、ナット締め付け時に発生する軸に対する軸受の倒れに起因する回転振れが防止できる軸受装置を提供し、もって、加工精度への悪影響を低減させ、且つ高速スピンドルの高速限界を上げることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明に係る軸受装置は、軸をハウジングに支承する軸受に、前記ハウジングに内装したエア配管を介して潤滑油とエアとを供給可能にした軸受装置において、多孔質材料の一部分を前記エア配管の内部に露出させ、該多孔質材料に連通する潤滑油供給部から潤滑油を供給することで該多孔質材料を透過した微小量の前記潤滑油をエア配管内に連続的に供給させることを特徴とする。

【0011】この軸受装置では、多孔質材料の一部分がエア配管の内部に露出され、多孔質材料に連通する潤滑油供給部から潤滑油が供給されることで、多孔質材料を透過した微小量の潤滑油がエア配管内に連続的に供給される。従って、エア配管内に供給される潤滑油量が、微小且つ一定となる。これにより、従来装置で生じていた、軸受内部に供給される潤滑油が時間と共に変化するといった事態が解消され、軸受に供給される潤滑油量が定常的となる。この結果、軸受トルクや軸受温度の変動が抑制され、加工精度への悪影響が低減されるとともに、高速スピンドルにおける高速限界のアップが可能になる。

【0012】そして、軸受装置は、複数の前記多孔質材料が、前記潤滑油の透過方向に分離可能に積層されていることを特徴とするものであってもよい。

【0013】この軸受装置では、複数の多孔質材料が、潤滑油の透過方向に分離可能に積層され、潤滑油が各層の多孔質材料を通過してエア配管内へ供給されることになる。従って、潤滑油に混入した異物によって多孔質材料に目詰まりが生じた際には、個々の層毎での多孔質材料の交換が可能になる。

【0014】また、積層された複数の多孔質材料は、各層毎に気孔の大きさ又は密度が異なることを特徴とすることができる。

【0015】この軸受装置では、各層の多孔質材料の、気孔の大きさ又は密度が異なるもので設定されることで、多孔質材料を透過してエア配管内へ供給される潤滑油量の調整が容易に行えるようになる。

【0016】さらに、軸受装置は、前記多孔質材料が潤

滑油供給配管を介して潤滑油タンクと接続され、前記潤滑油供給配管に、バルブが設けられていることを特徴とすることができる。

【0017】この軸受装置では、多孔質材料と潤滑油タンクとを接続する潤滑油供給配管に、バルブが設けられることで、多孔質材料への潤滑油供給量が可変可能になるとともに、多孔質材料への潤滑油の供給が停止可能になり、例えば多孔質材料の任意の層を交換する際の潤滑油漏れが防止される。

10 【0018】また、軸受装置は、軸に、軸受内輪が嵌合され、前記軸に形成された雄ねじ部分にナットが螺合され、該ナットと前記軸受内輪との間の前記軸に円環状の間座が介装され、前記ナットが締められることで前記間座を介して前記軸受内輪が軸線方向に押圧固定される軸受装置において、前記間座が、前記軸の軸線方向に二分割されて当接され、一方の間座の当接端面が凹状球面で形成され、該凹状球面に当接する他方の間座の当接端面が、凸状球面に形成されていることを特徴とする。

【0019】この軸受装置では、凹状球面を有する一方の間座と、ナットとの間に、凸状球面を有する他方の間座が挟まれ、一方の間座の凹状球面に、他方の間座の凸状球面が接触される。他方の間座は、凸状球面の曲率中心と、軸の軸線との交点を回転中心として、ナットの軸線に対する倒れ量だけ回転させられる（傾けられる）。従って、バックランシュにより、軸線に対して倒れの生じているナットが軸受の固定に使用された場合であっても、軸線に対するナットの倒れが、凸状球面を有する間座の回転によって吸収され、軸受内輪には、軸線方向の押圧力が、円周方向の任意の位置で均等に働き、軸に倒れが生じなくなる。この結果、回転振れが防止され、加工精度への悪影響が低減されるとともに、高速スピンドルにおける高速限界のアップが可能になる。

20 【0020】また、軸受装置は、前記凹状球面の曲率半径が、前記凸状球面の曲率半径より大きいことを特徴としてもよい。

【0021】この軸受装置では、凹状球面の曲率半径が、凸状球面の曲率半径より大きく設定され、凸状球面を有する他方の間座の調心機能（ナットの傾きを吸収して、他方の間座が、凸状球面の曲率中心を中心回転しようとする機能）が高まる。即ち、凹状球面の曲率半径が、凸状球面の曲率半径より小さい場合には、凸状球面が、凹状球面の中心より外側の二箇所で接触され、接触摩擦が増大して調心機能が低下する。一方、凹状球面の曲率半径が、凸状球面の曲率半径より大きい場合には、凸状球面が、凹状球面の中心近傍の一箇所で接触され、接触摩擦が低減されて高い調心機能が得られる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る軸受装置の好適な実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明に係る軸受装置の第一の実施の形態の断面図、

図2は図1のノズル部の拡大断面図、図3は第一の実施の形態の要部拡大断面図である。

【0023】軸受装置21には、スピンドル(主軸)23の前部を回転自在に水平に支承した複数個のアンギュラ玉軸受(玉軸受)25と、軸後部を支承した一つの円筒ころ軸受(ころ軸受)27と、これらの玉軸受25、ころ軸受27の外側を覆うハウジング29とが設けられている。

【0024】ハウジング29は、玉軸受25と、ころ軸受27の外周を包囲する円筒形状に形成され、前端面にフランジ28、外周面に冷却水用螺旋溝31を有する外筒33と、この外筒33の前端(図1の左端)面に固定された前蓋35及び後端(図1の右端)面に固定された後蓋37とにより構成されている。なお、前蓋35には、さらにカバー39が取り付けられるようになっている。

【0025】複数個の玉軸受25のうち、最後尾(図1の右端)の玉軸受25の外輪25aは、外筒33の内径段部41に係止される。一方、最前部の玉軸受25の外輪25bは、外輪押さえ43を介して前蓋35に係止される。各玉軸受25の外輪の間には、円筒形状の外輪間座45がそれぞれに介装されている。これにより、各玉軸受25の外輪は、外筒33の内周面に固定されている。

【0026】前端部の玉軸受25の内輪25cは、スピンドル23の外径段部47に係止される。各玉軸受25の間には、円筒状の内輪間座49が介装される。最後尾の玉軸受25の内輪25dは、スピンドル23に嵌合された押さえリング51に係止され、軸線方向に押圧されている。これにより、各玉軸受25の内輪は、スピンドル23の外径面に一体回転可能に固定されている。

【0027】一方、ころ軸受27は、その外輪27aの前端面が外輪間座53を介して外筒33の内径段部55に係止され、後端面が後蓋37に係止されて外筒33の内周面に固定されている。また、ころ軸受27の内輪27bは、その前端面が内輪間座57を介してスピンドル23の外径段部59に係止され、後端面がスピンドル23に嵌合された押さえリング61に係止して軸線方向に押圧されている。これにより、ころ軸受27の内輪は、スピンドル23の外径面に一体回転可能に固定されている。

【0028】各玉軸受25及びころ軸受27には、ハウジング29に内装したエア配管63、ノズル67を介して潤滑油とエアが供給される。各ノズル67は、ハウジング29の外筒33に設けられた各外輪間座45を外径面から貫通する取付穴69に挿入して固定され、先端が、外輪間座45を貫通して、内輪間座との間の間隙に突出している。

【0029】ノズル67によるオイルエア潤滑は、給油量が非常に微量であるため、給油の供給位置が重要なと

る。本実施の形態では、図2に示すように、内輪(例えば25c)と保持器70との間に、 $H = (d1 + D1)/2$ で、半径方向外側から $\theta = 10 \sim 20^\circ$ の傾斜角度で向けられている。但し、Hは供給位置の直径、d1は保持器70の内径、D1は内輪25cの外径である。これにより、内輪軌道面との遠心力により外側へ流れた潤滑油によって保持器70及び外輪軌道面の潤滑が円滑に行われることになる。

【0030】この実施の形態では、各軸受に対して3個のノズル67が配設されている。ハウジング29の下部には、オイルエア排出路71が軸線方向に長く形成される。このオイルエア排出路71の前部は、前蓋35に設けたオイルエア出口73に連通して、前蓋35の付く面で開口される。また、各軸受の外輪間座45の下部には、軸受の内部空間から排出される潤滑油のための排出孔75がそれぞれ穿設されている。これらの排出孔75は、オイルエア排出路71に連通している。

【0031】次に、上述のスピンドル23の各軸受に対して冷却エア及び潤滑油を供給するための機構(微量油連続供給機構)について説明する。この機構は、図3に示すように、潤滑油83を溜めておくための潤滑油タンク(オイルタンク)85と、エア配管63とオイルタンク85とを接続するための接続部品(潤滑油供給配管)87から構成されている。

【0032】本実施の形態の場合、各軸受に1~3個のノズルを円周方向等配に設けている。即ち、2個の場合には円周方向に 180° 間隔で、3個の場合には円周方向に 120° 間隔で配設される。このため、図1のよう

に軸受が5列の場合、接続部品にはエア配管63が計5~15本接続される。

【0033】各エア配管63内のエア流量は、共通エア配管89に接続された図示しないエア流量調整器によって調整され、どのような条件においても常に一定量に保たれるようになっている(各エア配管63内のエア流量を変更する場合、各エア配管63にバルブを設けてよい)。一方、潤滑油83の経路については、オイルタンク85と接続部品87の接合部上流に多孔質材91が設けられ、常に一定量の微量な潤滑油83がエア配管63内に定常的に供給されるようになっている。

【0034】このように構成された軸受装置21の作用を説明する。圧縮空気源からの圧縮エアは、エアフィルタ、流量調節器、共通エア配管89を通り接続部品87に所定の流量で供給される。その後圧縮エアは、接続部品87に接続された各エア配管63に供給され、スピンドル23に配設されたノズル67を介して軸受内部に噴出される。

【0035】また、接続部品87内のエア流路断面積は、共通エア配管89の断面積よりも小さいために、流速は共通エア配管89よりも速くなり、多孔質材91の表面に滲み出た潤滑油83を連れ去る。そのため、オイ

ルタンク 85 内の潤滑油 83 は多孔質材 91 を通ってエア配管 63 内に連続的に供給される。そして、エアの流れと共に各軸受に噴出される。

【0036】また、このときの供給油量は、例えば単位時間あたりの供給油量が従来のオイルエアユニットを用いる場合と同量となるように、多孔質材 91 の気孔率及び体積が選定されることにより設定される。さらに、供給油量の微調整を行う場合には、多孔質材 91 とオイルタンク 85 内の潤滑油 83 との接触面積が調整可能となるような機構を設け、それを調整することによって実施してもよい。以上の作用によって各軸受には所定の微量な潤滑油が定常に供給されることになる。

【0037】この軸受装置 21 は、従来と同様に、工作機械の主軸等、各種高速回転機械装置の軸受として使用される。転がり軸受を潤滑する場合、オイルタンク 85 に溜まっている潤滑油 83 は、多孔質金属焼結体或いは多孔質セラミックス焼結体などの多孔質材 91 を通り、エア配管 63 内に供給される。そして、エア配管 63 内に供給された潤滑油 83 は、エアの流れと共に軸受内部に噴出され、軸受を潤滑する。このとき、潤滑油 83 は多孔質材 91 を通るため、常に微少な量が連続的に安定した状態でエア配管 63 内に供給される。

【0038】従って、エア配管 63 内の潤滑油量は常に一定となり、軸受に供給される量も当然ながら微量且つ定常となる。この軸受装置 21 では、従来構造において、軸受内部に供給される潤滑油量が時間と共に変化するといった問題が解消される。その結果、従来の軸受装置よりも、軸受トルクや軸受温度の変動を抑えることが可能となり、加工精度の向上を図ることができる。

【0039】また、軸受装置 21 において使用される多孔質材 91 は、フィルターとして働き、エア配管 63 内に微量の潤滑油を連続的に滲み出させる機能を有している。さらに、多孔質材 91 の気孔率、体積、潤滑油 83 との接触面積を変更することによって、供給量をコントロールすることができる。

【0040】多孔質金属焼結体としては、鉄系材料、銅系材料、ステンレス系材料、ニッケル系材料、及びクロム系材料を使用することができる。鉄系材料は、鉄のみの他に合金成分として銅、鉛、黒鉛等を 0.2 ~ 2.5 wt % 程度含有するものも使用できる。銅系材料は、合金成分として鉄、錫、鉛、亜鉛等を 0.2 ~ 1.5 wt % 程度含有するものも使用できる。また、多孔質セラミックス焼結体としては、アルミナ、ジルコニア等を使用することができる。

【0041】多孔質金属焼結体或いは多孔質セラミックス焼結体の気孔率としては、5 ~ 50 vol % が適当である。気孔率が 5 vol % 未満の場合は、潤滑油 83 の通過量が少なすぎて、転動体に供給される量が少くなり、安定した油膜の形成が困難となる。また、気孔率が 50 vol % を越える場合は、潤滑油 83 の通過がそれ

だけ早くなり、微量油潤滑状態から外れてしまう。

【0042】図 4 は第一の実施の形態に係る軸受装置の変形例を示す要部拡大断面図である。この変形例は、オイルタンク 85 を上述の実施の形態よりも小型化し、複数のオイルタンク 85 とそれに付随するバルブ 93 を接続部品 87 に接続している。この場合、供給油量の調整は潤滑油供給配管 92 に介装されたバルブ 93 の開閉によって実施される。その他の構成は上述の第一の実施の形態と同様となっている。

10 【0043】この変形例による軸受装置によれば、多孔質材 91 とオイルタンク 85 とがバルブ 93 を介して接続され、多孔質材 91 への潤滑油供給量が可変可能になるとともに、多孔質材 91 への潤滑油 83 の供給が停止可能になる。従って、例えば多孔質材 91 の任意の層を交換する際の潤滑油漏れが確実に防止され、交換が容易となる。

【0044】次に、本発明に係る軸受装置の第二の実施の形態を説明する。図 5 は本発明に係る軸受装置の第二の実施の形態の断面図、図 6 は第二の実施の形態の要部拡大断面図である。

20 【0045】この実施の形態による軸受装置 100 は、例えば工作機械に好適に用いられる。スピンドル 101 は、その前後部が各々複列に並ぶ軸受 103 を介してハウジング 105 に支持されている。各軸受 103 は、アンギュラ玉軸受であり、2 列ずつが互いに背面を向けて配置されている (D B B 組合せ)。

【0046】ハウジング 105 の内径面は円筒面とされ、各軸受 103 の外輪 103a は、各部の外輪間座 107 と共に、ハウジング 105 の両端にボルト締めされた一対の締め付けリング 109 の間に挟み込んで固定されている。スピンドル 101 は、一端に段差面 (一番左に配置される軸受との接触面) 111 を介して大径部 113 が形成されていて、他端が雄ねじ部分 115 になる。各軸受 103 の内輪 103b は、スピンドル 101 の段差面 111 と、後述の球面を有する間座との間で、雄ねじ部分 115 に螺合されたナット 117 によって挟み付け状態に固定される。

40 【0047】図 6 に示すように、軸受固定構造部分は、ナット 117、一対の間座 119、121、ナット緩み止め用ねじ 123 から構成されている。ナット 117 とスピンドル 101 の螺合部は、ねじ研削仕上げが施されていない。なお、間座 119、121 の倒れ (回転) をより小さくする場合には、研削仕上げが施されていてよい。間座 119、121 は、スピンドル 101 の軸線方向に二分割されて当接される。間座 119、121 は、一方の間座 (凹状球面間座) 119 の当接端面が、凹状球面 119a で形成される。また、この凹状球面 119a に当接する他方の間座 (凸状球面間座) 121 の当接端面が、凸状球面 121a に形成されている。そして、凹状球面 119a は、凸状球面 121a の曲率半径

と同一か、それよりも大きく形成されている。

【0048】凸状球面間座121の内径は、ナット117の軸に対する倒れを吸収できる(回転しても間座内径面がスピンドル101に接触しない)程度に、スピンドル101の嵌合部外径よりも大きく形成されている。ナット117は、軸受103の内輪103bを嵌合したスピンドル101の雄ねじ部分115に、間座121に接する状態で所定の締め付け力によって螺合されている。

【0049】凹状球面間座119は、平端面側が軸受内輪端面125と接触し、凹状球面119aがナット117側に向けられて配置される。また、凸状球面間座121は、平端面側がナット117の端面に平行に接触し、凹状球面121aが凹状球面間座119の凹状球面119aと接触している。

【0050】即ち、凸状球面間座121は、凸状球面121aの曲率中心と、スピンドル101軸線の交点を回転中心として、ナット117のスピンドル101に対する倒れ量だけ回転させられている(傾けられている)。つまり、間座119、121は、ナット117のスピンドル101に対する倒れを吸収している。

【0051】次に、このように構成された軸受装置100の作用を説明する。軸受装置100は、上述のように、ナット117と、一端が凸状球面121a、他端が平端面である凸状球面間座121と、一端が凹状球面119a、他端が平端面である凹状球面間座119とで構成されている。また、ナット117は、内輪103bを嵌合したスピンドル101の雄ねじ部分115に螺合される。

【0052】凹状球面間座119は、平端面側が内輪103bに接触し、凹状球面119aがナット117側に向けて配置される。凸状球面間座121は、凸状球面121aが凹状球面間座119の凹状球面119aに接触し、他端がナット117の端面に接触される。これらの構成によると、次の手順で内輪103bを締め付けることができる。即ち、内輪103bを嵌合したスピンドル101に上述したような向きで凹状球面間座119と、凸状球面間座121とを組み込み、次に、ナット117を締め込んでいく。この時、内輪103b端面と凹状球面間座119の端面、及び凸状球面間座121の端面とナット117の端面は平面的に接触する。

【0053】そして、凹状球面間座119とナット117との間に挟まれた凸状球面間座121は、凸状球面121aが凹状球面間座119の凹状球面119aと接触し、凸状球面121aの曲率中心とスピンドル101軸線の交点を回転中心として、ナット117のスピンドル101に対する倒れ量だけ回転する(傾く)。なお、この際、交点を回転中心とした回転半径をR、スピンドル101の外径をD2とした場合、 $0.25 \leq (D2/R) \leq 1.5$ $^{\circ} < \theta < 40^{\circ}$ となるよう、球面間座の回転半径Rを設定する。その後、所定の締め付け力がナッ

ト117に与えられ、さらに緩み止め用ねじ123によってナット117が固定される。

【0054】従って、この軸受装置100では、従来と同様なバックラッシュの生じるナット117をスピンドル101の固定に使用した場合であっても、ナット117のスピンドル101に対する倒れが一対の間座119、121によって吸収され、軸受103の内輪103bには常に均一な応力が働き、スピンドル101には倒れが生じず、ナット締め付けによる回転振れを防ぐことが可能となる。

【0055】このように、上述の軸受装置100によれば、ナット117の締め付けによる軸の倒れが生じないため、スピンドル101の回転振れを抑止することができる。この結果、加工精度の向上を図ることができ、高速スピンドルの高速限界を上げることが可能になる。また、スピンドル101の回転振れ修正作業を不要にすることもできる。さらに、ナット117のバックラッシュをなくすための高精度な加工も不要となるので、装置コストを安価にすることができる。

【0056】図7は第二の実施の形態に係る軸受装置の変形例を示す断面図である。この変形例による軸受装置130は、スピンドル101の前端側(図7の左端側)に、4列のアンギュラ玉軸受131が用いられている。これらのアンギュラ玉軸受131は、2列ずつが背面同士を向けて配置(DBB組合せ)されている。また、スピンドル101の後端側(図7の右端側)には円筒ころ軸受133が用いられている。その他の構成は、上述の第二の実施の形態と同様である。

【0057】この変形例による軸受装置130も上述の第二の実施の形態と同様に、工作機械に好適に用いられる。そして、円筒ころ軸受133の内輪133bが、上述同様の間座119、121を介してナット117によって固定されることで、ナット117のスピンドル101に対する倒れが間座119、121によって吸収され、ナット締め付けによる回転振れを防ぐことが可能となる。この結果、円筒ころ軸受133を用いた軸受装置130においても、加工精度の向上を図ることができ、高速スピンドルの高速限界を上げることが可能になり、また、ナット117のバックラッシュをなくすための高精度な加工も不要となるので、装置コストを安価にすることができます。

【0058】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る軸受装置は、多孔質材料の一部分をエア配管の内部に露出させ、多孔質材料に連通する潤滑油供給部から潤滑油を供給することで、多孔質材料を透過した微小量の潤滑油をエア配管内に連続的に供給させてるので、エア配管内に供給される潤滑油量を、微小且つ一定にすることができる。つまり、軸受に供給される潤滑油量が定常的となる。この結果、軸受トルクや軸受温度の変動を抑制す

ることができ、加工精度への悪影響を低減させ、且つ高速スピンドルの高速限界を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る軸受装置の第一の実施の形態の断面図である。

【図2】図1のノズル部の拡大断面図である。

【図3】第一の実施の形態の要部拡大断面図である。

【図4】第一の実施の形態に係る軸受装置の変形例を示す要部拡大断面図である。

【図5】本発明に係る軸受装置の第二の実施の形態の断面図である。

【図6】第二の実施の形態の要部拡大断面図である。

【図7】第二の実施の形態に係る軸受装置の変形例を示す断面図である。

【図8】従来のナットを用いた軸受装置の断面図である。

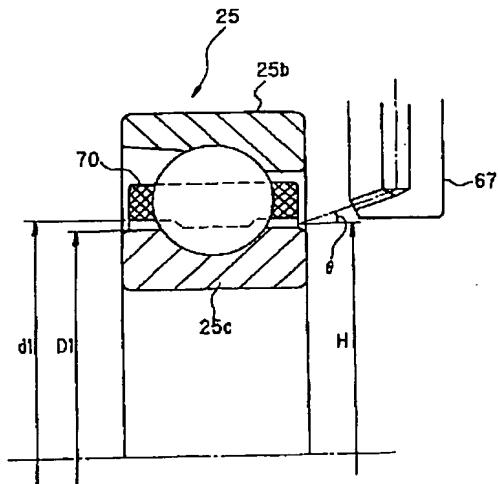
【図9】従来のスリーブを使用する軸受装置の断面図である。

ある。

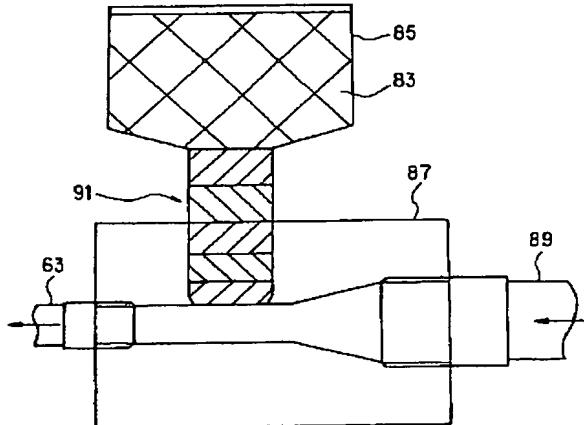
【符号の説明】

21 軸受装置
23 スピンドル(軸)
25 アンギュラ玉軸受(軸受)
27 円筒ころ軸受(軸受)
29 ハウジング
63 エア配管
69 ノズル
100, 130 軸受装置
101 スピンドル(軸)
115 雄ねじ部分
117 ナット
119, 121 間座
119a 凹状球面
121a 凸状球面
10 多孔質材料
92 潤滑油供給配管
93 バルブ
43, 47, 51, 55, 59, 57, 27b, 61, 63, 69, 73, 75, 77, 81, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143, 145, 147, 149, 151, 153, 155, 157, 159, 161, 163, 165, 167, 169, 171, 173, 175, 177, 179, 181, 183, 185, 187, 189, 191, 193, 195, 197, 199, 201, 203, 205, 207, 209, 211, 213, 215, 217, 219, 221, 223, 225, 227, 229, 231, 233, 235, 237, 239, 241, 243, 245, 247, 249, 251, 253, 255, 257, 259, 261, 263, 265, 267, 269, 271, 273, 275, 277, 279, 281, 283, 285, 287, 289, 291, 293, 295, 297, 299, 301, 303, 305, 307, 309, 311, 313, 315, 317, 319, 321, 323, 325, 327, 329, 331, 333, 335, 337, 339, 341, 343, 345, 347, 349, 351, 353, 355, 357, 359, 361, 363, 365, 367, 369, 371, 373, 375, 377, 379, 381, 383, 385, 387, 389, 391, 393, 395, 397, 399, 401, 403, 405, 407, 409, 411, 413, 415, 417, 419, 421, 423, 425, 427, 429, 431, 433, 435, 437, 439, 441, 443, 445, 447, 449, 451, 453, 455, 457, 459, 461, 463, 465, 467, 469, 471, 473, 475, 477, 479, 481, 483, 485, 487, 489, 491, 493, 495, 497, 499, 501, 503, 505, 507, 509, 511, 513, 515, 517, 519, 521, 523, 525, 527, 529, 531, 533, 535, 537, 539, 541, 543, 545, 547, 549, 551, 553, 555, 557, 559, 561, 563, 565, 567, 569, 571, 573, 575, 577, 579, 581, 583, 585, 587, 589, 591, 593, 595, 597, 599, 601, 603, 605, 607, 609, 611, 613, 615, 617, 619, 621, 623, 625, 627, 629, 631, 633, 635, 637, 639, 641, 643, 645, 647, 649, 651, 653, 655, 657, 659, 661, 663, 665, 667, 669, 671, 673, 675, 677, 679, 681, 683, 685, 687, 689, 691, 693, 695, 697, 699, 701, 703, 705, 707, 709, 711, 713, 715, 717, 719, 721, 723, 725, 727, 729, 731, 733, 735, 737, 739, 741, 743, 745, 747, 749, 751, 753, 755, 757, 759, 761, 763, 765, 767, 769, 771, 773, 775, 777, 779, 781, 783, 785, 787, 789, 791, 793, 795, 797, 799, 801, 803, 805, 807, 809, 811, 813, 815, 817, 819, 821, 823, 825, 827, 829, 831, 833, 835, 837, 839, 841, 843, 845, 847, 849, 851, 853, 855, 857, 859, 861, 863, 865, 867, 869, 871, 873, 875, 877, 879, 881, 883, 885, 887, 889, 891, 893, 895, 897, 899, 901, 903, 905, 907, 909, 911, 913, 915, 917, 919, 921, 923, 925, 927, 929, 931, 933, 935, 937, 939, 941, 943, 945, 947, 949, 951, 953, 955, 957, 959, 961, 963, 965, 967, 969, 971, 973, 975, 977, 979, 981, 983, 985, 987, 989, 991, 993, 995, 997, 999, 1001, 1003, 1005, 1007, 1009, 1011, 1013, 1015, 1017, 1019, 1021, 1023, 1025, 1027, 1029, 1031, 1033, 1035, 1037, 1039, 1041, 1043, 1045, 1047, 1049, 1051, 1053, 1055, 1057, 1059, 1061, 1063, 1065, 1067, 1069, 1071, 1073, 1075, 1077, 1079, 1081, 1083, 1085, 1087, 1089, 1091, 1093, 1095, 1097, 1099, 1101, 1103, 1105, 1107, 1109, 1111, 1113, 1115, 1117, 1119, 1121, 1123, 1125, 1127, 1129, 1131, 1133, 1135, 1137, 1139, 1141, 1143, 1145, 1147, 1149, 1151, 1153, 1155, 1157, 1159, 1161, 1163, 1165, 1167, 1169, 1171, 1173, 1175, 1177, 1179, 1181, 1183, 1185, 1187, 1189, 1191, 1193, 1195, 1197, 1199, 1201, 1203, 1205, 1207, 1209, 1211, 1213, 1215, 1217, 1219, 1221, 1223, 1225, 1227, 1229, 1231, 1233, 1235, 1237, 1239, 1241, 1243, 1245, 1247, 1249, 1251, 1253, 1255, 1257, 1259, 1261, 1263, 1265, 1267, 1269, 1271, 1273, 1275, 1277, 1279, 1281, 1283, 1285, 1287, 1289, 1291, 1293, 1295, 1297, 1299, 1301, 1303, 1305, 1307, 1309, 1311, 1313, 1315, 1317, 1319, 1321, 1323, 1325, 1327, 1329, 1331, 1333, 1335, 1337, 1339, 1341, 1343, 1345, 1347, 1349, 1351, 1353, 1355, 1357, 1359, 1361, 1363, 1365, 1367, 1369, 1371, 1373, 1375, 1377, 1379, 1381, 1383, 1385, 1387, 1389, 1391, 1393, 1395, 1397, 1399, 1401, 1403, 1405, 1407, 1409, 1411, 1413, 1415, 1417, 1419, 1421, 1423, 1425, 1427, 1429, 1431, 1433, 1435, 1437, 1439, 1441, 1443, 1445, 1447, 1449, 1451, 1453, 1455, 1457, 1459, 1461, 1463, 1465, 1467, 1469, 1471, 1473, 1475, 1477, 1479, 1481, 1483, 1485, 1487, 1489, 1491, 1493, 1495, 1497, 1499, 1501, 1503, 1505, 1507, 1509, 1511, 1513, 1515, 1517, 1519, 1521, 1523, 1525, 1527, 1529, 1531, 1533, 1535, 1537, 1539, 1541, 1543, 1545, 1547, 1549, 1551, 1553, 1555, 1557, 1559, 1561, 1563, 1565, 1567, 1569, 1571, 1573, 1575, 1577, 1579, 1581, 1583, 1585, 1587, 1589, 1591, 1593, 1595, 1597, 1599, 1601, 1603, 1605, 1607, 1609, 1611, 1613, 1615, 1617, 1619, 1621, 1623, 1625, 1627, 1629, 1631, 1633, 1635, 1637, 1639, 1641, 1643, 1645, 1647, 1649, 1651, 1653, 1655, 1657, 1659, 1661, 1663, 1665, 1667, 1669, 1671, 1673, 1675, 1677, 1679, 1681, 1683, 1685, 1687, 1689, 1691, 1693, 1695, 1697, 1699, 1701, 1703, 1705, 1707, 1709, 1711, 1713, 1715, 1717, 1719, 1721, 1723, 1725, 1727, 1729, 1731, 1733, 1735, 1737, 1739, 1741, 1743, 1745, 1747, 1749, 1751, 1753, 1755, 1757, 1759, 1761, 1763, 1765, 1767, 1769, 1771, 1773, 1775, 1777, 1779, 1781, 1783, 1785, 1787, 1789, 1791, 1793, 1795, 1797, 1799, 1801, 1803, 1805, 1807, 1809, 1811, 1813, 1815, 1817, 1819, 1821, 1823, 1825, 1827, 1829, 1831, 1833, 1835, 1837, 1839, 1841, 1843, 1845, 1847, 1849, 1851, 1853, 1855, 1857, 1859, 1861, 1863, 1865, 1867, 1869, 1871, 1873, 1875, 1877, 1879, 1881, 1883, 1885, 1887, 1889, 1891, 1893, 1895, 1897, 1899, 1901, 1903, 1905, 1907, 1909, 1911, 1913, 1915, 1917, 1919, 1921, 1923, 1925, 1927, 1929, 1931, 1933, 1935, 1937, 1939, 1941, 1943, 1945, 1947, 1949, 1951, 1953, 1955, 1957, 1959, 1961, 1963, 1965, 1967, 1969, 1971, 1973, 1975, 1977, 1979, 1981, 1983, 1985, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023, 2025, 2027, 2029, 2031, 2033, 2035, 2037, 2039, 2041, 2043, 2045, 2047, 2049, 2051, 2053, 2055, 2057, 2059, 2061, 2063, 2065, 2067, 2069, 2071, 2073, 2075, 2077, 2079, 2081, 2083, 2085, 2087, 2089, 2091, 2093, 2095, 2097, 2099, 2101, 2103, 2105, 2107, 2109, 2111, 2113, 2115, 2117, 2119, 2121, 2123, 2125, 2127, 2129, 2131, 2133, 2135, 2137, 2139, 2141, 2143, 2145, 2147, 2149, 2151, 2153, 2155, 2157, 2159, 2161, 2163, 2165, 2167, 2169, 2171, 2173, 2175, 2177, 2179, 2181, 2183, 2185, 2187, 2189, 2191, 2193, 2195, 2197, 2199, 2201, 2203, 2205, 2207, 2209, 2211, 2213, 2215, 2217, 2219, 2221, 2223, 2225, 2227, 2229, 2231, 2233, 2235, 2237, 2239, 2241, 2243, 2245, 2247, 2249, 2251, 2253, 2255, 2257, 2259, 2261, 2263, 2265, 2267, 2269, 2271, 2273, 2275, 2277, 2279, 2281, 2283, 2285, 2287, 2289, 2291, 2293, 2295, 2297, 2299, 2301, 2303, 2305, 2307, 2309, 2311, 2313, 2315, 2317, 2319, 2321, 2323, 2325, 2327, 2329, 2331, 2333, 2335, 2337, 2339, 2341, 2343, 2345, 2347, 2349, 2351, 2353, 2355, 2357, 2359, 2361, 2363, 2365, 2367, 2369, 2371, 2373, 2375, 2377, 2379, 2381, 2383, 2385, 2387, 2389, 2391, 2393, 2395, 2397, 2399, 2401, 2403, 2405, 2407, 2409, 2411, 2413, 2415, 2417, 2419, 2421, 2423, 2425, 2427, 2429, 2431, 2433, 2435, 2437, 2439, 2441, 2443, 2445, 2447, 2449, 2451, 2453, 2455, 2457, 2459, 2461, 2463, 2465, 2467, 2469, 2471, 2473, 2475, 2477, 2479, 2481, 2483, 2485, 2487, 2489, 2491, 2493, 2495, 2497, 2499, 2501, 2503, 2505, 2507, 2509, 2511, 2513, 2515, 2517, 2519, 2521, 2523, 2525, 2527, 2529, 2531, 2533, 2535, 2537, 2539, 2541, 2543, 2545, 2547, 2549, 2551, 2553, 2555, 2557, 2559, 2561, 2563, 2565, 2567, 2569, 2571, 2573, 2575, 2577, 2579, 2581, 2583, 2585, 2587, 2589, 2591, 2593, 2595, 2597, 2599, 2601, 2603, 2605, 2607, 2609, 2611, 2613, 2615, 2617, 2619, 2621, 2623, 2625, 2627, 2629, 2631, 2633, 2635, 2637, 2639, 2641, 2643, 2645, 2647, 2649, 2651, 2653, 2655, 2657, 2659, 2661, 2663, 2665, 2667, 2669, 2671, 2673, 2675, 2677, 2679, 2681, 2683, 2685, 2687, 2689, 2691, 2693, 2695, 2697, 2699, 2701, 2703, 2705, 2707, 2709, 2711, 2713, 2715, 2717, 2719, 2721, 2723, 2725, 2727, 2729, 2731, 2733, 2735, 2737, 2739, 2741, 2743, 2745, 2747, 2749, 2751, 2753, 2755, 2757, 2759, 2761, 2763, 2765, 2767, 2769, 2771, 2773, 2775, 2777, 2779, 2781, 2783, 2785, 2787, 2789, 2791, 2793, 2795, 2797, 2799, 2801, 2803, 2805, 2807, 2809, 2811, 2813, 2815, 2817, 2819, 2821, 2823, 2825, 2827, 2829, 2831, 2833, 2835, 2837, 2839, 2841, 2843, 2845, 2847, 2849, 2851, 2853, 2855, 2857, 2859, 2861, 2863, 2865, 2867, 2869, 2871, 2873, 2875, 2877, 2879, 2881, 2883, 2885, 2887, 2889, 2891, 2893, 2895, 2897, 2899, 2901, 2903, 2905, 2907, 2909, 2911, 2913, 2915, 2917, 2919, 2921, 2923, 2925, 2927, 2929, 2931, 2933, 2935, 2937, 2939, 2941, 2943, 2945, 2947, 2949, 2951, 2953, 2955, 2957, 2959, 2961, 2963, 2965, 2967, 2969, 2971, 2973, 2975, 2977, 2979, 2981, 2983, 2985, 2987, 2989, 2991, 2993, 2995, 2997, 2999, 3001, 3003, 3005, 3007, 3009, 3011, 3013, 3015, 3017, 3019, 3021, 3023, 3025, 3027, 3029, 3031, 3033, 3035, 3037, 3039, 3041, 3043, 3045, 3047, 3049, 3051, 3053, 3055, 3057, 3059, 3061, 3063, 3065, 3067, 3069, 3071, 3073, 3075, 3077, 3079, 3081, 3083, 3085, 3087, 3089, 3091, 3093, 3095, 3097, 3099, 3101, 3103, 3105, 3107, 3109, 3111, 3113, 3115, 3117, 3119, 3121, 3123, 3125, 3127, 3129, 3131, 3133, 3135, 3137, 3139, 3141, 3143, 3145, 3147, 3149, 3151, 3153, 3155, 3157, 3159, 3161, 3163, 3165, 3167, 3169, 3171, 3173, 3175, 3177, 3179, 3181, 3183, 3185, 3187, 3189, 3191, 3193, 3195, 3197, 3199, 3201, 3203, 3205, 3207, 3209, 3211, 3213, 3215, 3217, 3219, 3221, 3223, 3225, 3227, 3229, 3231, 3233, 3235, 3237, 3239, 3241, 3243, 3245, 3247, 3249, 3251, 3253, 3255, 3257, 3259, 3261, 3263, 3265, 3267, 3269, 3271, 3273, 3275, 3277, 3279, 3281, 3283, 3285, 3287, 3289, 3291, 3293, 3295, 3297, 3299, 3301, 3303, 3305, 3307, 3309, 3311, 3313, 3315, 3317, 3319, 3321, 3323, 3325, 3327, 3329, 3331, 3333, 3335, 3337, 3339, 3341, 3343, 3345, 3347, 3349, 3351, 3353, 3355, 3357, 3359, 3361, 3363, 3365, 3367, 3369, 3371, 3373, 3375, 3377, 3379, 3381, 3383, 3385, 3387, 3389, 3391, 3393, 3395, 3397, 3399, 3401, 3403, 3405, 3407, 3409, 3411, 3413, 3415, 3417, 3419, 3421, 3423, 3425, 3427, 3429, 3431, 3433, 3435, 3437, 3439, 3441, 3443, 3445, 3447, 3449, 3451, 3453, 3455, 3457, 3459, 3461, 3463, 3465, 3467, 3469, 3471, 3473, 3475, 3477, 3479, 3481, 3483, 3485, 3487, 3489, 3491, 3493, 3495, 3497, 3499, 3501, 3503, 3505, 3507, 3509, 3511, 3513, 3515, 3517, 3519, 3521, 3523, 3525, 3527, 3529, 3531, 3533, 3535, 3537, 3539, 3541, 3543, 3545, 3547, 3549, 3551, 3553, 3555, 3557, 3559, 3561, 3563, 3565, 3567, 3569, 3571, 3573, 3575, 3577, 3579, 3581, 3583, 3585, 3587, 3589, 3591, 3593, 3595, 3597, 3599, 3601, 3603, 3605, 3607, 3609, 3611, 3613, 3615, 3617, 3619, 3621, 3623, 3625, 3627, 3629, 3631, 3633, 3635, 3637, 3639, 3641, 3643, 3645, 3647, 3649, 3651, 3653, 3655, 3657, 3659, 3661, 3

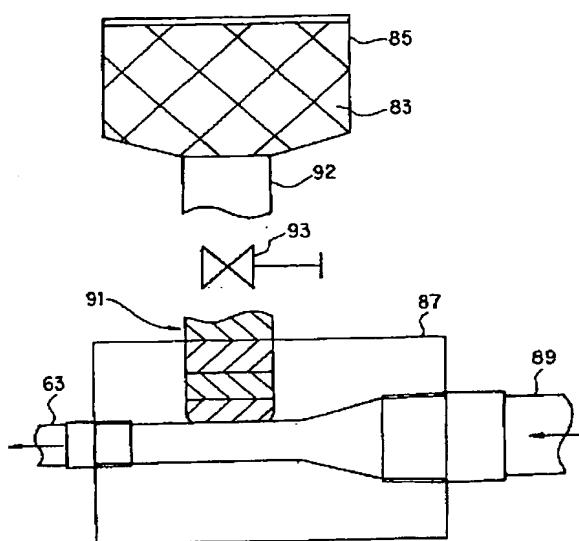
【図2】



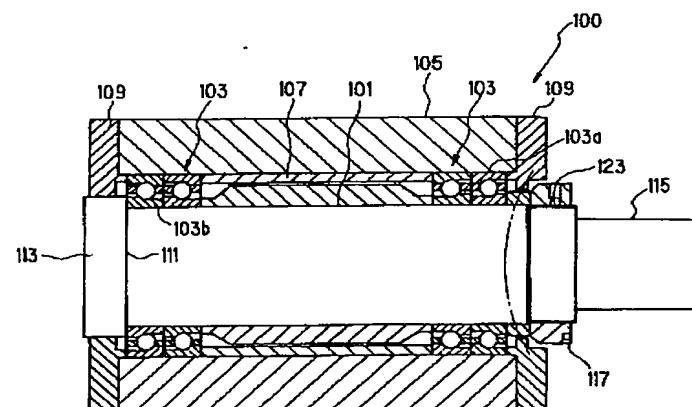
[図3]



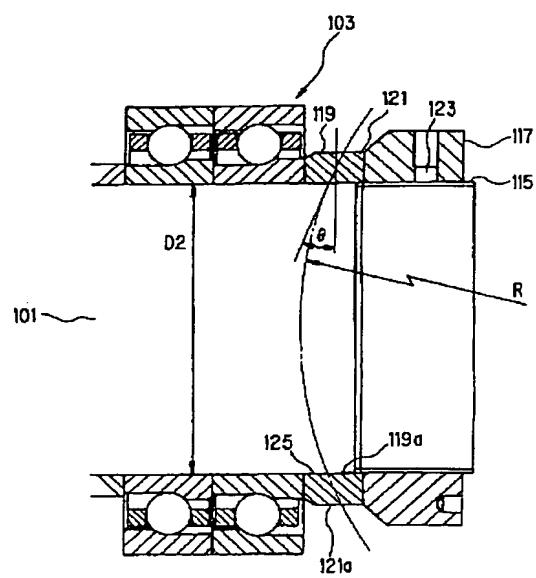
【図4】



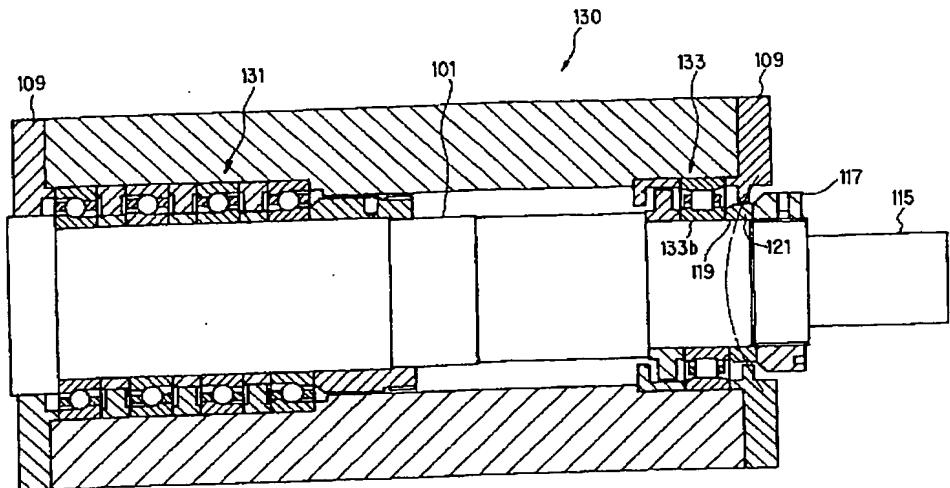
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 下村 祐二

神奈川県藤沢市鵠沼神明1丁目5番50号

日本精工株式会社内

Fターム(参考) 3J101 AA02 AA12 AA44 AA52 AA62

AA72 CA01 CA17 CA22 FA32

GA31